荷蘭蔬菜栽培之非農藥防治見聞

王三太
農委會農業試驗所

筆者有幸於民國 88 年 6 月 5 日至 19 日，赴荷蘭研習以蔬菜爲主的園藝作物抗病育種，期間除了解蔬菜抗病育種，並對其非農藥防治印象深刻，茲將研習心得歸納如下。

抗病(蟲)育種

近年來消費者對蔬菜農藥殘留的疑慮，一直不能完全信任農民及政府的控管，只要消費者團體一報導，即造成市場價格的崩盤，深究其根本的原因，現行主要品種如不高頻度使用農藥無法達到可售品質，而品質是建立在看得到的色澤（一般偏淡色）、高水分含量、高糖度及低纖維，而這些條件亦最適合病蟲害發生，面對未來加入 WTO，如何與低價的進口蔬菜進行市場區隔，高品質並安全的蔬菜爲未來競爭的籌碼，而如何達到容易栽培的安全蔬菜，抗病（蟲）育種等非農藥防治及有機栽培皆爲可行的方式之一，抗病（蟲）育種再世界上行之有年，而荷蘭在蔬菜抗病育種成績卓著，尤其私人種子公司如諾華（Nrovarit）、De Ruiter、Rijk Zwaan、Bejo Zaden 及 ENZA 等，其蔬菜品種多能明確標示抗何種生理小種，而且在不同國家環境亦能有不錯的表現，主要是其累積可觀的育種材料、病理的基礎研究及各機關的團隊合作，尤其在政府與民間的互動合作。

（一）參訪 Bejo Zaden BV

Bejo Zaden BV 是一家荷蘭蔬菜種子公司，創立迄今已百年（1899~迄今），其專門的蔬菜種類爲甘藍、結球白菜、胡蘿蔔、洋蔥、菠菜、馬鈴薯等田間作物爲主。此次參訪由病理部門主管 Theo van der Horst 介紹其抗病（蟲）育種情形，據 Horst 先生介紹，Bejo 在開始亦是從事品質育種開始，在 16 年前開始抗性育種，病理部門由開始的 1 人，逐漸增至現在的 8 人，由此可見其重視程度；剛開始與政府單位有合作關係，由政府提供抗病材料，但目前原本政府單位做的

篩選工作，已由私人公司自行設立部門及研究人員篩選取代，而政府研究單位則改做基礎研究，並與私人種子公司合作，該公司病理部門做的項目有病毒、真菌病害、根瘤病、根瘤線蟲及害蟲（蚜蟲、小菜蛾等）的抗性篩選等；其篩選材料先由自交系選拔，如結果不佳，再由文獻得知有抗性材料的作者索求種源，最後才考慮由交配品種分離；篩選的程序由病理部門接種篩選後，再交由傳統育種人員選拔；病害的來源則由農民的田間分離，因原品種已知道抗那一種生理小種，如果田間再發病，表示有新的生理小種產生，再重新篩選，如此反覆進行。

甘藍抗蚜蟲篩選 Bejo 是利用傳統育種方法，全部試驗在大型生長箱中進行，將 5-6 片本葉大小感蟲品種置於壓克力罩中培養，罩內約可放 3-4 盆 5 吋盆，待蚜蟲佈滿植株，再置於長形壓克力罩中，將欲篩選品系置於其中篩選；甘藍轉蘇力菌基因（Bt）品系抗小菜蛾選拔，將轉 Bt 及未轉 Bt 的植株置於壓克力罩中觀察小菜蛾危害篩選結果，據 Theo van der Horst 表示，轉 Bt 的效果明顯優於傳統育種方法。

菠菜抗露菌病篩選，露菌病的保存在生長箱進行，溫度維持在 20℃，將菠菜播於 6 吋盆，在 2 片子葉展開時期，將特定生理小種露菌病接種保存於葉片中，盆子下面置水盤，盆面用 4 根支柱，再將塑膠布圍繞周圍，由底部供水保持接種環境在高的相對濕度，不同的生理小種以不同生長箱保存，以免混雜病原，共有四個生長箱各別保存一個生理小種，接種則在溫室進行，溫室的工作平台（約 4 尺寬，長則超過 20 公尺），全面鋪放以泥炭土爲主的介質，將含抗病與感病的不同評估品系，依序排列播在介質上，在 2 片子葉時期，以保存的病葉，直接在植株上方揮動散布孢子接種，然後再噴霧加濕，最後覆蓋塑膠布保濕，利於發病評估。

十字花科根瘤病篩選，溫室與生長箱皆有接種，不同生理小種可同置於一生長箱中，但需不同工作平台，感染植株下位葉黃化、生長停頓，形成明顯根瘤膨大，目前根瘤病在該公司篩選主要有 3 個生理小種，而接種後的介質，則曬乾後再送至焚化爐，避免污染。

胡蘿蔔抗白粉病篩選，於溫室工作平台進行，將發病植株用盆栽方式，置於溫室電風扇的出風口，以電風扇吹至健康植株，作爲接種白粉病的方式。

（二）參訪 Rijk Zwaan 公司

Rijk Zwaan 公司成立至今已有 75 年，產品行銷至全世界，在荷蘭、德國、法國、西班牙、土耳其、美國、澳洲皆設有育種場，其最主要產品爲萵苣，其次爲胡瓜、番茄、甜椒、菠菜等。透過亞洲蔬菜中心 Dr. Berke 介紹，與該公司甜椒育種者 Peter van Duin 討論其抗病育種情況，首先他介紹其甜椒與匈牙利的農業試驗所 ZKI 及法國 INRA 皆有合作關係，與 ZKI 爲各自出資 50%，而 INRN 則合作進行分子標示，成果則共同分享，而與亞蔬則有交流經驗與材料。該公司 750 人中，有 12 人負責病理的篩選，在抗毒素病育種，主要針對 TMV，其中又以 Tm3、Tm4 兩種生理小種最重要，CMV 與 PVY 則未進行，TSWV 因傳播媒介昆蟲爲薊馬，而薊馬亦是溫室重要害蟲，所以亦有進行選拔，其接種方式爲植株 1 個月大時，以海棉接種兩個葉片，再以目視觀察其發病情形，細菌性斑點病在墨西哥爲嚴重問題，但其並未進行研究，抗白粉病育種則在土耳其、西班牙的育種場進行篩選，而其抗性的來源則由法國 INRA 引入。其育成的品系，黃色、橙色、綠色品種各有 1 位農民負責評估比較，紅色則有 2 位農民負責，每次評估 15 個品種，所以能直接評估其新品種市場或農民接受程度。菠菜育種則與美國有合作關係，該公司在菠菜的育種已有 50 年，而該公司菠菜育種歷史，即爲抗露菌病歷史，1917 年開始第一個生理小種，1950 年第二個生理小種發現，1975 年第三個生理小種產生，1989 年有第四個生理小種，1996 年發現第五個生理小種，該公司皆參與或第一個發現者，在菠菜抗露菌病育種，領先其他業者，而胡瓜嵌紋毒素病（CMV），則有些年嚴重，有些則發生不嚴重，主要可能與地中海沿岸發生的蚜蟲往北部移動情形有關，在荷蘭胡瓜嵌紋毒素病不像露菌病爲菠菜要生產限制因子。

（三）參訪 De Ruiter 種子公司

De Ruiter 成立至今已有 54 年，在荷蘭與西班牙有育種場，銷售據點除歐洲外，也遍及美國、馬來西亞，該公司主要育種作物爲番茄、胡瓜、番椒、茄子、洋香瓜等果菜類，尤其在番茄部分，成績卓著，執歐洲業者之牛耳，而其創造的 Tross 類型番茄，在零售價格上有最高平均單價，主要具有高品質、櫥架壽命長等優點。

由亞蔬 Dr. Berke 介紹，由該公司甜椒育種者 Dick Vreugdenhil 介紹其甜椒抗病育種情形，甜椒抗病育種其主要重點在 TMV，其餘 TSWV、CMV、PVY、白粉

病、疫病亦在進行中；而 TMV 其主要針對 Tm2、Tm3；而 CMV 則有生理小種上的差異；而疫病依甚經驗，在回交過程中，容易喪失其抗性。而其 TMV 評估，則以葉片離株接種評估，在接種後置於一塑膠盒中覆蓋保濕，置於 22-24℃環境約 5 至 7 天，再依其反應判斷抗感性，其優點爲即使爲感病植株，不會因此而喪失，因爲它或許具備其他優點，也可以評估植株極少的種原，不會因此而喪失珍貴種原。Dick Vreugdenhil 介紹其溫室評估的方式，依市場的需要有土耕與養液耕兩種模式，每年約在 11 月定植，3 月開始採收，每週採收一次，評估其產量，一直進行至 10 月爲止。

經種苗場陳盛義研究員介紹該公司病理部門主管 Ben. van der Knaap，介紹其抗病育種情形，早在 20 年前，他們即將與抗線蟲基因連鎖的 aps1 基因導入親本中，經電泳方法分析其一代雜交種，可由此判斷其純度，目前則在 TMV、TSWV、TYLC 建立分子的標示方法，利用的方法則有 RFLP、PCR 及 STS。在轉基因植物的模式除甜椒外尚有待努力，在茄子、甜瓜、胡瓜、番茄皆已成功。

（四）參訪植物育種及繁殖中心

植物育種及繁殖中心相當於台灣的農業試驗所，近年來合併許多研究單位，而其研究經費原本全部由政府支持，再不到 10 年時間，逐年降低 25%以下，而且繼續減少中，而其經費來源則來自私人種子公司、基金或跨國合作，而其研究的範圍多集中在基礎研究，以補私人公司之不足，研究成果則轉移給業者，而其成果因涉商業機密不能發表，筆者在出發前即由網路上知其有抗薊馬育種，因涉及機密，即使到該機構，亦明白表示，不能一窺究竟，而其機構內部門禁除有接待櫃台外，採刷卡方式進出，可見其保護其研究成果之用心。

接待的人員爲 R.E. Voorrips 博士，其爲蔬菜果樹系的秘書，透過亞蔬 Dr. Berke 介紹，討論及見習其辣椒炭疽病育種實行情形，炭疽病是辣椒在高溫多濕的梅雨季及夏季的重要產量限制因子，此計畫是荷蘭政府的 CPRO-DLO 及印尼政府的 IBP 兩個政府單位與荷蘭的 ENZA 種子公與印尼的 EMINDO 種子公司等四個個單位的跨國合作，合作方式是由印尼提供地方品種及進行田間實際篩選，CPRO-DLO 則進行實驗室內的接種調查，再將實驗室內接種抗病材料實際在印尼進行測試，確定抗病材料再與印尼地方品種雜交，除了傳統育種方法選拔外，另外在分離 F_2、F_3 分離世代尋找抗病基因的分子標示，提高未來育種效率。在剛開始進行篩選時，

主要針對 *Clletotrichum gloeosporioides* 做抗性篩選（因炭疽病除 *Clletotrichum gloeosporioides* 會造成病徵外，*Clletotrichum capsici* 及 *Clletotrichum acutarum* 亦會造成危害），但實際將抗病品系經印尼田間篩選，才確認 *Colletotrichun capsici* 才是主要造成其田間炭疽病的病原，由其種原中心（CGN）種原材料及亞蔬中心材料進行篩選，在 *Capsicum baccatum* 及 *Copsicum chinense* 各獲得一抗性材料，因爲抗性材料與一般辣椒（*Capsicum annuum*）同屬不同種，所以可能後代有不稔的問題，在 *C. baccatum* 在 F_1 世代即發生稔性有問題，無法進行下去，而 *C. chinense* 則 F_1 稔性正常，F_2 亦有部分有稔性問題，在 F_2 世代尋求抗病基因的分子標示。其接種疽病的方法爲用竹籤沾上 10^5 孢子／ml 濃度的懸浮液插入果實 3 次置於塑膠盒中，保存在 30℃相對濕度爲 90%的生長箱，17 天後調查結果，同時評估病斑面積及感病果實。

（五）參訪 Wageningen 農業大學育種系

此次拜訪 Dr. Pim Lindout 實驗室所進行番茄抗白粉病育種，番茄白粉病是由 *Oidium lycopersicum* Cooke & Massee 引起的病害，首先在 1986 年西歐發現，接著 1989 年在保加利亞與波蘭出現，1997 年在蘇俄與美國紐澤西州發現，1998 年已散布到南美及中國的深圳，成爲溫室生產番茄的重要病害，由於此種病害的嚴重性，所以由 7 家私人種子公司聯合贊助抗性研究，首先是由種原篩選進行，抗性的材料由荷蘭種原中心提供的材料，具抗性的有 *L. hirsutum*（PI 247087）、Gl.1257、Gl.1290、Gl.1560、Gl.1606，*L. parviflorum* 的 Gl.1601，*L. peruvianum* 的 LA2172，在獲得抗性材料後，傳統育種者進行與 PI 247087 雜交後裔分離選拔，最後在 1996 年已有一抗病商業品種 DRW4061 推出，但同時基礎研究亦同時進行抗病機制的研究，了解不同抗病材料，部分是由不同抗病基因控制，有些是單基因，有些則是多基因控制，如能將不同抗病基因累加在一個品種上，能增加該品種使用壽命。該試驗室已進行至將抗病與感病品種雜交，在 F_2 分離世代利用 PCR 尋找抗病基因的分子標示，以提育種效率，進行將抗病基因選殖出來，在建立好轉殖番茄系統上，在構築好抗病基因後，將抗病基因導入欲轉殖的親本，縮短育種年限，提高育種效率。

（六）參訪荷蘭種原中心（CGN）

荷蘭種原中心（The Centre for Genetic Resources）成立於 1985 年，經費由政府支援，設於 CPRO-DLO 中，主要的工作爲作物種子的收集、分類、出版及貯藏，保持遺傳變異的重要性高於只是貯存種子，在長期保存與短期利用間尋求平衡，長期保存作物主要針對荷蘭重要的農藝、園藝作物，以提供研究，尤其是育種上；另外則是促進基因庫間的國際合作，例如其在 HRI 與 IPGRI 中擔任保存萵苣、甘藍、洋蔥的工作。

此次參訪是由 Boukema 女士接待，Boukema 女士原本是做甜椒抗 TMV 育種，現在負責種原工作，她說明種原庫並不針對病害篩選，而是由其他育種者回饋其篩選結果，以便建立檔案；種原收集則儘量避免重複及一代雜交種的收集，重點在保存有足夠的遺傳歧異度，並且將收集的種原自行繁殖，同時該作物的育種者也同時進行選拔，減少一代的浪費，很明確地種原主要是爲支援育種。基本上索取種原除了菠菜種原需收費外，其餘則爲免費，但需擬詳細計畫。筆者整理研習期間抗病（蟲）育種在荷蘭的架構，並與 Boukema 女士討論確認定分工架構，基本上是以私人種子公司爲中心而推行的工作，而其動力及壓力則來自消費者對安全的疑慮，及栽培者爲應付日益提高的環保要求的壓力，爲此甚至由以往只進行的抗病育種，也逐漸開始做抗蟲育，甚至預測未來的需求，走到消費者及法令的前面，例如基因轉殖植物尙不能在歐洲上市，但其研究及成果已準備妥當，只待法令鬆綁及安全評估通過，就能馬上應付市場需要；種子公司爲達到抗病抗蟲要求，除了本身已有專門人員建立完整評估系統，可以做到確認抗何種生理小種程度外，對於新的項目（如番茄白粉病），較困難不易馬上有結果（如辣椒抗炭疽病），則與大學或研究機關合作，提供資金、材料，待其篩選到可利用材料或方法，再交私人種子公司進行，如此反覆進行，私人種子公司只進行確定的工作，研究機構與大學則進行基礎研究，兩者之間的差別在研究機構不可公布結果，大學在隔一段時間後可發表，而所篩選材料則由種原中心（CGN）支援，彼此分工合作，是合作而不是競爭者的關係，而大學、研究機構的分工，則由一超然組織 W.U.R 協調，而整體而言，使效率提高，避免國家重複投資的浪費。

非農藥防治

參訪的植物育種及繁殖中心及私人的甜椒及番茄園區，皆有利用生物防治控制害蟲，而且已成爲標準作業方式，利用兩種捕植蝨（*Amblyseius* spp.），一種花椿家（*Orius* spp.）防治薊馬；利用一種蚜繭蜂（*Aphidius* spp.），食蚜虻（*Aphidoletes* spp.）防治蚜蟲：利用一種繭蜂（*Dacnusa* spp.）防治潛蠅；利用蘇力菌防治鱗翅目害蟲，而生物防治的方法、方式有專門的公司負責，如 Brinswar 公司，達到分工專精的目的。

白粉病爲設施中重要且不易控制病害，在 De Ruiter 公司有看到利用燒硫方式控制，施用方式由下午 3 點由一容器中盛硫黃粉加熱至隔天早上 7 點，每個加熱器供 500 平方公尺使用，每 5 天施用 3 次。

臺灣一般栽培番茄多利用生長調節劑幫助著果，甚至利用 2-4D 幫助著果，但不當及過度的利用，對人體與環境皆不利，參訪的荷蘭私人栽培的溫室番茄，有利用熊蜂（Bomb bee）幫助授粉，是值得參考的栽培方式

有機產品概述

調查阿姆斯特丹傳統市場蔬菜種類包括甜椒、辣椒、胡瓜、洋香瓜、番茄、茄子、豌豆等果菜類，葉菜類主要爲結球菜類的甘藍；結球萵苣；菊苣、結球白菜及只有葉柄不帶莖根的菠菜，根莖菜類則有胡蘿蔔、蘿蔔與馬鈴薯，花菜類則有花椰菜、青花菜，另有專門銷售各式各樣菇類的攤位，最特別爲有幾個銷售有機產品攤位，其共同的特徵爲皆可看到註明栽培者姓名、住址、電話、品牌，表示對產品的負責，所看到品牌有 Bio-Top 及 Eco 兩種，攤位旁邊還有幾張照片在看版上，介紹其田間栽培情形，增加消費者對其產品的信任，而其售價據攤販表示，依種類而異，如甜椒約增加 30%，而茄子則與一般栽培相若，但其一般蔬菜售價即不便宜，如 6 月分一公斤甜椒零售會約合台幣 105-120 元，番茄則有些高達一公斤 165 元，甜瓜多由西班牙進口，一個約 60 元台幣，但外觀品質多不佳，可見其蔬菜一般並不便宜，而其裝蔬菜的袋子皆爲紙製品，由此可見荷蘭重視環保程度。

超市中爲減少環保的問題，一般在台灣隨處可見贈送的塑膠袋，則一個需要台幣約 4 元，而且允許一般民眾自行拿袋進入裝物品，也可見其民眾有守法精神。

蔬菜包裝上多有條碼甚至在小番茄的小盒包裝上還有小貼紙，上面記戴栽培者姓名、品種名、住址、網址及適宜貯放溫度。

結語

一、 **改變現行抗病育種結構**：目前種苗業者與試驗單位的育種為競爭關係，而試驗單位的抗病育種，如不能獲得最後的品種，形成投資的浪費，比較台灣與荷蘭的模式，顯然荷蘭的工作較單純，流程亦較短，所以效率高於台灣的模式，荷蘭種苗業者與政府研究機構為互補關係，而不是競爭，中間極重要的差別為資金由種苗公司提供研究機構，現行制度尚未進行或鼓勵進行，而且種苗產量規摩或資金是否足夠支持研究，則有待研究，應可用減免租稅，獎勵產學合作，達到分工專精、高效率的目的。

二、 **整合分子生物、傳統育種及病理專家，提高抗病育種效率**：利用生物技術進行抗病育種的分子標示研究，已經是荷蘭大學或研究機構的重要基礎研究，但其研究並非單獨存在或先研究再找下游合作對象，而是先有問題，傳統育種不易達成，交由具生物技術的實驗室，再將其結果不論材料或方法應用到傳統育種，台灣目前生物技術多缺乏與傳統育種合作現像，可能造成事倍功半；對病理與作物互動的基礎研究，則有助於抗病品種的持久與穩定性，例如不同生理小種存在與否，影響其在田間表現，而能改善現狀的方法，可以由作物為導向或甚至於明確指出以何作物的那一種病害為目標進行整合，只有在此範疇內，才進行經費支援，例如荷蘭以私人種子公司為中心進行整合，但目前國內蔬菜研究項目繁多，應由上而下整合，選擇重點作物的重點項目，進行發展，以荷蘭為例，蔬菜重點在甜椒、番茄、洋蔥、馬鈴薯，而甜瓜則為法國重點，中國則選定甘藍、結球白菜、番茄、辣（甜）椒及胡瓜為重點作物，因為項目少，投入的人力、資金相對可以較多，所以研究成果可以占世界舉足輕重的地位。

三、 **抗蟲育種及非農藥蟲害管理日益重要**：造成農藥殘留的問題，除了病害外，往往蟲害才是更重要因素，如十字花科的小菜蛾，溫室作物中的薊馬、蚜蟲等，荷蘭開始進行抗蟲育種研究，而且其結果不對外公布，只在年報略見一二，可見

其重視程度，而大量運用各式各樣天敵進行生物防治，並非只在有機栽培，而是慣行法即是如此，主要是因有專門的公司負責，但為何有專門公司負責，應與其有足夠利潤有關，而足夠的利潤應是建立在成本可轉嫁至產品，而較貴的產品，則建立在政府對農產品的嚴格控管及農民守法的精神，消費者付多一點，但其健康獲得保障，又可以提高農民的收益，產品也與進口產品可進行區隔。

四、 依目標作物環境，選定抗病育種項目：荷蘭甜椒、番茄多溫室栽培，每年連作一至二次及機械採傷害為無可避免，所以抗機械傳播的煙草嵌紋毒素病（TMV）為首要目標，而菠菜大面積栽培，利用機械化採收，如完全依靠農藥控制露菌病，適必增加可觀成本及農藥殘留，所以抗病育種為首要選擇，而細菌性班點病因溫度不高，則不是研究重點問題，台灣則以露天栽培為主，所以蚜蟲傳播病毒為首要考量，因溫度高，所以抗細菌性病害及土壤傳播病害為應考慮項目。